

**X-RAY DETECTOR AND X-RAY CT DEVICE**

Patent number: JP11133155  
Publication date: 1999-05-21  
Inventor: YOSHIOKA TOMOTSUNE; UDA SHINICHI  
Applicant: HITACHI MEDICAL CORP  
Classification:  
- international: **A61B6/03; G01T1/20; G01T7/00; A61B6/03; G01T1/00; G01T7/00; (IPC1-7): G01T1/20; A61B6/03; G01T7/00**  
- european:  
Application number: JP19970309442 19971027  
Priority number(s): JP19970309442 19971027

[View INPADOC patent family](#)

---

**Abstract of JP11133155**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an X-ray detector capable of supportingly fixing collimator plates so as to enable main X-rays to pass therethrough effectively while to cut off scattered X-rays. **SOLUTION:** In an X-ray detector with a plurality of X-ray detecting element groups arranged therein, the X-ray detecting element groups are each equipped with a light-receiving element array 18 composed of a plurality of light-receiving elements, a plurality of scintillator plates 10 provided on a surface of the light-receiving element array 18 in the X-ray incoming direction and sectioned in the arrangement direction by groove parts, an isolation plate 12 inserted in the groove part for preventing light from leaking between channels neighboring in the arrangement direction, a plurality of collimator plates 5 disposed on the isolation plate 12 in the X-ray incoming direction and narrowing down only main X-rays coming from an X-ray source so as to cause them to reach the scintillator plates 10, and a support part 6 having a groove part for fixing/ supporting one end of each collimator plate 5 so as to direct the other end thereof toward the X-ray source.

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133155

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	F I
G 0 1 T 1/20		G
A 6 1 B 6/03	3 2 0	3 2 0 Y
		3 2 0 S
G 0 1 T 7/00		B

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-309442

(22) 出願日 平成9年(1997)10月27日

(71) 出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72) 発明者 吉岡 智恒

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

式会社日立メディコ内

(72) 発明者 右田 晋一

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

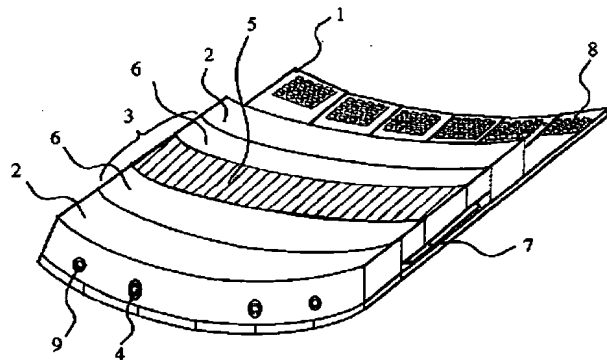
式会社日立メディコ内

(54) 【発明の名称】 X線検出器及びX線CT装置

(57) 【要約】

【課題】 散乱X線を遮断しつつ主X線を有効に通過しし得るようにコリメータ板を支持固定できるX線検出器を提供する。

【解決手段】 上記課題は、複数のX線検出素子群を配列したX線検出器において、X線検出素子群が、複数の受光素子で成る受光素子アレイ18と、受光素子アレイ18のX線入射方向の面に設けられ前記配列方向に溝部で区切られる複数のシンチレータ板10と、前記溝部に挿入され前記配列方向の隣接チャンネル間の光の漏洩を防ぐ隔離板12と、隔離板12のX線入射方向に配置されX線源からの主X線だけをシンチレータ板10に到達させるように絞る複数のコリメータ板5と、各コリメータ板5の一端をX線源方向へ向けるように他端を固定支持するための溝部を有する支持部6を備えて解決される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の X 線検出素子群を配列した X 線検出器において、X 線検出素子群は、複数の受光素子で成る受光素子アレイと、この受光素子アレイの X 線入射方向の面に設けられ前記配列方向に溝部で区切られる複数のシンチレータ板と、前記溝部に挿入され前記配列方向の隣接チャンネル間の光の漏洩を防ぐ隔離板と、前記隔離板の X 線入射方向に配置され X 線源からの主 X 線だけを前記シンチレータ板に到達させるように絞る複数のコリメータ板と、前記各コリメータ板をその一端が前記隔離板の X 線入射方向端に接し、かつ他端が X 線源へ指向するように位置決めをする部材を備えたことを特徴とする X 線検出器。

【請求項 2】 X 線源と、X 線源に対向配置された X 線検出器と、X 線源を回転して X 線 CT 計測をする X 線 CT 装置において、前記 X 線検出器は請求項 1 記載の X 線検出器であることを特徴とする X 線 CT 装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は X 線検出器及び X 線 CT 装置に係り、被検体を透過する X 線（主 X 線）に対して被検体によって散乱される X 線（散乱 X 線）の影響をコリメータ板によって小さくすることで画像劣化を低減し、より正確な計測ができるようにコリメータ板を配置した X 線検出器及び X 線 CT 装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】X 線 CT 装置の検出素子は、X 線管焦点と検出素子中心を結んだ線上（計測パス）にある被検体の部分の X 線の減弱を計測するが、被検体の他の部分からの錯乱 X 線があると、この計測に誤差を生じることになる。散乱 X 線が入射することによりその検出素子の出力は大きくなり計測パス上の被検体の減弱がみかけ小さくなるように測定される。このような誤差が増えくると、これらのデータを使って再構成された CT 画像では分解能の低下が起こってくる。特に濃度分解能と呼ばれる低コントラスト分解能の低下が問題となる。そのほか、臨床的にはリブアーチファクトと呼ばれる肋骨の内側の CT 値の沈み込みが画像上に現れたり、肝臓の中の CT 値が場所によってばらつくといったことが生じてしまう。

【0003】多数の電極板を X 線管焦点と入射部とを結ぶ線と平行に配置した構造の電離箱検出器を図 13 に示す。この検出器は、隣り合う高圧電極板 50 の間に信号電極板 51 を設けたものである。高圧電極板 50 と信号電極板 51 との間が電離空間を形成する。この検出器によれば、電極板 50、51 がある程度コリメータの効果を持ち、X 線管焦点方向から入射する X 線 A に対する感度に比較すると斜めから入射する X 線 B に対する感度はかなり低くなるという特徴を持つ。それに対し、シンチレ

ータと光電変換素子（フォトダイオード）を組み合わせた固定検出器を図 14 に示す。この検出器は、フォトダイオード 53 と隔離板 54、シンチレータ 55 より成る。この検出器によれば、コリメータの効果が無い場合、正面から見たよりも斜めから見込んだ時のほうがチャンネル幅が狭くなるという効果しか無い場合、X 線管焦点方向から入射する X 線 A に対する感度と斜めから入射する X 線 B に対する感度の差があまりない。このため、電離箱検出器では画像アーチファクトとしてあまり問題とならなかったレベルの散乱線についても、固定検出器では画質の低下を生じることが多い。

【0004】固定検出器の上記問題点は、検出器入射部分にチャンネル方向コリメータを配置することによって解決できる。固体検出器の X 線検出素子は、入射してきた X 線のシンチレータでの発光や散乱が隣接チャンネルに入り込みクロストークを生じること防ぐために、素子間は隔壁板によって仕切られた構造をしている。この隔壁板によって仕切られた素子境界部は構造的に入射 X 線に対しての感度を持たない。また、入射してきた X 線はチャンネル方向コリメータ板によって吸収され後方へは達しないため、入射 X 線の利用効率を考慮するとコリメータ板は検出素子の感度がない検出素子境界部分に配置するのが望ましい。検出素子の感度がない検出素子境界部分にコリメータ板を配置するときにその位置合わせ精度が悪いと入射してきた X 線が検出素子の感応部にチャンネル方向コリメータ板の影を落とすことになり、その影響によりチャンネル間あるいはチャンネル内での出力のばらつきが悪化し最終的には得られる画像にアーチファクトを生じさせることになる。このように、検出素子前面にチャンネル方向コリメータを設置するときにはその位置合わせ精度が検出器全体の性能を左右する。特に、コリメータの位置合わせ精度はスライス方向に関しては多少の位置ずれ（0.5mm 程度）があっても検出素子の特性はほとんど変わらないが、チャンネル方向に厳しくする必要がある。しかし、ポリゴン（多角形）状に配置した検出素子アレイと全チャンネルを一体で組み立てたコリメータの位置合わせを行う場合、検出器全チャンネルにわたって両者のチャンネルピッチがそろっていないと一部のチャンネルではきちんと位置合わせがされているものの他のチャンネルでは位置ずれが起こっているという状態になってしまう。全チャンネルにわたり均一なチャンネルピッチを確保しようとする検出素子アレイをポリゴン状に配置し組み立てるときの位置合わせは全チャンネルでの累積誤差を抑えるためには 1ヶ所については高精度で行う必要がある。しかし、検出素子アレイ数が 40～50 個程度で全体の累積の位置ずれを 50μm 以下にしようとする 1ヶ所あたり 1μm 以下で組み立てなくてはならず極めて困難なことになる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】検出素子アレイの配列体とグリッドアレイの配列体をそれぞれ別に組み立ててから位置合わせを行う場合には上記のような問題があり、この解決法として、検出素子アレイとチャンネル方向コリメータアレイとを精度良く合わせるやりかたとして、米国特許登録公報第4, 338, 521号にあるような検出素子アレイの上に位置決めピンを設け、コリメータアレイをこのピンを基準として組み合わせ搭載する方法がある。しかしこの方法は検出素子アレイやコリメータアレイの形状が複雑になり工数がかかるとともに、検出素子アレイとコリメータアレイのチャンネル数を同じにする必要があるという制約がある。

【0006】検出素子アレイの大きさは受光素子の大きさによって制限されてしまう。受光素子の一種のフォトダイオードはシリコンを材料としているため使用するウェハサイズによって大きさが決まる。受光素子アレイの寸法以内であれば受光素子アレイの寸法を大きくすることは可能であるが、受光素子アレイ寸法を大きくすると1枚のシリコンウェハから製作できる素子アレイ数が少なくなり、その分シリコンウェハの利用率が低下し高価なものになってしまう。現在実用的な寸法範囲としてはアレイの一边が20～30mm程度である。また仮に大面積の受光素子アレイを使用できたとしても、検出器容器の中に検出素子アレイをポリゴン状に配置する場合、ポリゴンの一边の長さが大きくなると円弧を近似して配列しているポリゴン面上での位置ずれが大きくなり計測誤差による画像アーチファクト発生の原因となるため現在のCT装置の標準的な検出素子配列の1000mm程度の半径ではポリゴンの一边の大きさは30mm程度に制限されてしまう。

【0007】これに対して、コリメータアレイは使用部品による大きさの制限はない。コリメータ板を円弧上に配置していくので検出素子アレイをポリゴン状に配置していった場合の位置ずれという問題も生じない。このため、コリメータアレイに関しては加工や組立がやりやすい範囲で大型化するほうが安価に精度よく製造することに対して有利である。コリメータアレイを大型にすることで容器内に配列するときに相対位置精度が要求されるコリメータアレイ間のつなぎ部分の数が少なくなることも組立を容易にするという点で有利である。

【0008】しかし、検出素子アレイとコリメータアレイの相対位置精度を確保するために前述したような検出素子アレイとコリメータアレイに基準ピンとそれに嵌合する穴を設けて組合せを行う方法ではそれぞれのアレイの内の寸法の小さい方に両者を合わせる必要があるため必然的にコリメータアレイを30mm程度の小さなものにしないでならず、加工や組立の工数が増大するという欠点がある。

【0009】また、検出素子とコリメータ板との位置合わせの方法として、検出素子のチャンネル分離ギャップ

に挿入する隔壁板をX線入射方向に伸ばしてコリメータ板の役割をさせる方法も考えられるが、この方法では隔壁板（コリメータ板）の位置決めをいかに正確に行うかが問題となる。検出素子はプリント基板に搭載したフォトダイオードアレイなどの上に形成される。このため検出素子はアレイ内では同一平面上に配置されることになる。最終的に検出器容器にこの検出素子アレイをポリゴン状に配置することで各チャンネルがほぼ円弧上に配置されることになる。円弧をポリゴンで近似しているため厳密には各素子は理想的な位置からずれて配置されていることになるが、実際にはその位置ずれはわずかであり画像を再構成するにあたり問題となるほどのずれは生じない。

【0010】しかし、図15に示すように前記隔壁板54を検出素子アレイ53の平面から垂直に立ち上げるとアレイの端側のチャンネル（図の左右の両端チャンネル）と中央側のチャンネルとで入射してくるX線に対する角度が異なることから隔壁板54によって生じる入射X線の影の大きさがチャンネル毎に異なり、各素子の出力および特性が変化し計測精度が悪化してしまう。隔壁板54は垂直なのに対し、入射X線はファン状であり、両者の方向性が一致しないためにこのような現象が生ずる。これを避けるためには各チャンネルに挿入する隔壁板（コリメータ板）を組立完了後にX線管の焦点位置に指向するように放射状に配置する必要がある。このように検出素子アレイに挿入する隔壁板を精度よく放射状に配置し固定することはガイド部材を設けたり治具を用いることで可能ではあるが、精度を確保するのは容易ではなくまた組立のための工数も増大してしまう。

【0011】本発明の目的は、こうした問題点を解消し可能で、コリメータ板がX線焦点へ精度よく向くようにして、散乱X線を遮断しつつ主X線を有効に通過し得るようにコリメータ板を支持固定できるX線検出器及びX線CT装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数のX線検出素子群を配列したX線検出器において、X線検出素子群は、複数の受光素子で成る受光素子アレイと、この受光素子アレイのX線入射方向の面に設けられ前記配列方向に溝部で区切られる複数のシンチレータ板と、前記溝部に挿入され前記配列方向の隣接チャンネル間の光の漏洩を防ぐ隔離板と、前記隔離板のX線入射方向に配置されX線源からの主X線だけを前記シンチレータ板に到達させるように絞る複数のコリメータ板と、前記各コリメータ板をその一端が前記隔離板のX線入射方向端に接し、かつ他端がX線源へ指向するように位置決めをする部材を備えたことを特徴とするX線検出器を開示する。

【0013】更に本発明はX線源と、X線源に対向配置されたX線検出器と、X線源を回転してX線CT計測をするX線CT装置において、前記X線検出器は上記開示

10

20

30

40

50

のX線検出器であることを特徴とするX線CT装置を開示する。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図1～図12に示す。図1は検出素子アレイとコリメータアレイを組み合わせたモジュールである。検出素子アレイ1はモジュール部材2のポリゴン面に取り付けられている。また、モジュール部材2の対向した空間にはコリメータアレイ3がネジ4によって固定されている。コリメータアレイ3はコリメータ板5とそれを固定する保持板6から構成されている。検出素子アレイ1の基板16上にはシンチレータと光電変換素子を組み合わせたX線検出素子7が並べられていて、その個々の出力は他端に置かれたコネクタ8によって外部回路に接続できるようになっている。またモジュール部材2には最終的に容器に配置して固定するためのネジ穴9が設けられている。

【0015】図2は図1の検出素子の長手方向に沿って断面を示したものであるが、検出素子アレイ1の基板16上に置かれたX線検出素子7はシンチレータ10と反射部材11によって構成されていて、チャンネル間のギャップ（溝）にはシンチレータ10部分には隔壁板12が、反射部材11部分にはコリメータ板5の一部が挿入されている。隔壁板12は接着剤13によってシンチレータ10の端面部に固定されている。コリメータ板5も接着剤14によって保持板6および反射部材11に固定されている。検出素子アレイ1はモジュール部材2のポリゴン面にネジ15によって固定されている。

【0016】図3は図1の横断面である。コリメータの保持板6および検出素子アレイ1のチャンネル間ギャップに合わせることでコリメータ板5は放射状に固定される。図4は検出素子アレイ1を示した図である。検出素子アレイ1は基板16とその上に搭載されたX線検出素子7とコネクタ8によって構成されている。基板16の幅は配列されたX線検出素子7と同じ幅となっている。また、基板16には取付固定用の穴17が設けられている。

【0017】図5はこの検出素子アレイ1の製作方法を示す。(a)～(c)の各図は各製作工程における断面を表したものである。(a)は検出素子アレイを製作するための基板であり、基板16の上にフォトダイオードアレイ18が搭載されている。フォトダイオードアレイ18の各チャンネルの出力は基板12に搭載されているコネクタ8につながれていて外部回路に接続されるようになっている。このフォトダイオードアレイ18の受光面に透明接着剤によってシンチレータ板10を張り合わせる(図5(b))。シンチレータ板10の上には入射してきたX線によるシンチレータ10の発光を効率よくフォトダイオード18の受光面に導くために反射部材11をさらに貼り付ける。反射部材11はX線の吸収が少なく、光反射率が高い材料で後工程の加工性を考慮する

と、白色のセラミック材やアルミニウム等の蒸着、あるいは白色塗料を表面に塗布したガラス材などが適している。フォトダイオード18に貼り付けるシンチレータ板10の幅はフォトダイオード18よりも若干大きくしておく。つぎにフォトダイオード18のチャンネルごとに分離されるようにシンチレータ板10および反射部材11にフォトダイオード18に達する溝加工を行う(図5(c))。両端についても溝加工を行うことによりシンチレータ10はフォトダイオード18の幅に一致させて仕上げる事ができる。さらに、溝の中に隔壁板12を挿入し両端部を接着剤で固定する(図5(d))。隔壁板12はシンチレータ10での光およびX線の散乱が隣チャンネルに漏れ込みクロストークが増大するのを防ぐ役割と、シンチレータ10での発光が効率よくフォトダイオード18の受光面に導く役割を持っている。このため、隔壁板12は表面にアルミニウム等を蒸着し光反射率を高くしたタングステンあるいはモリブデンの板などが適当である。隔壁板12の高さはシンチレータ10の側面を覆う程度であり反射部材11のチャンネル間溝部にまでは達しない高さにしておく。

【0018】検出素子モジュールの組立方法を図6～図8に示す。まず、モジュール部材2のポリゴン面に検出素子アレイ1をネジ15を使用して固定する。次にモジュール部材2の内側に支持板6をネジ4によって取付け固定する。このとき支持板6にはあらかじめコリメータ板5を挿入し固定するための放射状の溝を形成しておく。ポリゴン面に固定された検出素子アレイ1とコリメータ板5固定用の溝加工を行った保持板6の位置関係を図7、図8に示す。保持板6の側壁に設けた溝に沿ってコリメータ板5を入れ、先端を検出素子アレイ1のチャンネル分離の溝に挿入する。このようにコリメータ板5を順番に支持板6および検出素子アレイ1の溝に挿入した後に接着剤14によって固定することで検出素子モジュールを組み立てることができる。支持板6については、コリメータ板5の高さ方向全体にわたって位置合わせのための溝が形成されていなくても、図9、図10のようにコリメータ板5の固定のための溝がX線入射側の一部にだけあるような構造でも、検出素子アレイ1のチャンネル分離の溝位置に合わせてコリメータ板を挿入させていくことができる。

【0019】図11は容器の内部にモジュールが配置された状態を示したものである。完成したモジュール19は容器内部に所定の円弧上に配列し、各モジュール間の距離が所定の値となるようにして容器壁に固定される。図12はモジュールが容器内に収められた状態の断面を示した図である。容器側壁20にモジュール部材2によって固定された検出素子アレイ1およびコリメータアレイは、容器底板21、容器端板22、容器前面部カバー23で囲まれた空間の中心に位置するように収められることになる。

【0020】本実施形態によれば、加工組立に適した複数の検出素子アレイに対応した寸法のコリメータアレイと検出素子アレイとの相対位置を自動的に合わせて配置することができ、コリメータと検出素子との位置ずれがなく検出特性の良好なX線CT装置用検出器を簡単に組み立てることが可能となる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、散乱X線を遮断しつつ主X線を有効に通過しし得るようにコリメータ板を支持固定できるX線検出器及びX線CT装置を提供するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態例のモジュールの外観を示した図である。

【図2】実施の形態例のモジュールの縦断面を示した図である。

【図3】実施の形態例のモジュールの横断面を示した図である。

【図4】検出素子アレイの外観を示した図である。

【図5】検出素子アレイの製法を示す断面図であり、(a)は基板およびフォトダイオードアレイのみの状態を、(b)は基板およびフォトダイオードの上にシンチレータ板および反射部材を接着した状態を、(c)はシンチレータ板を各チャンネルに溝加工によって分離した状態を、(d)はチャンネル分離の溝の中に隔壁板を挿入した状態を示している。

【図6】実施の形態例のモジュール部材に検出素子アレイを取り付ける方法を示した図である。

【図7】実施の形態例のモジュール部材に検出素子アレイを取り付ける方法(図6)の断面を示した図である。

【図8】図6の縦断面を示した図であり、(a)はコリメータ板を挿入する方法を示し、(b)はコリメータ板を挿入し固定した状態を示したものである。

【図9】コリメータ板保持部分をX線入射部側の一部に限定した保持板の構造を示した図である。

【図10】コリメータ板保持部分をX線入射部側の一部に限定した保持板を使用したコリメータ板の固定状態を示した図であり、(a)は横断面、(b)は縦断面を示\*

したものである。

【図11】モジュールの検出器への配置を示した図である。

【図12】実施の形態例の検出器の断面図を示した図である。

【図13】電離箱検出器の斜入する散乱X線の影響を説明する断面構造を示す図である。

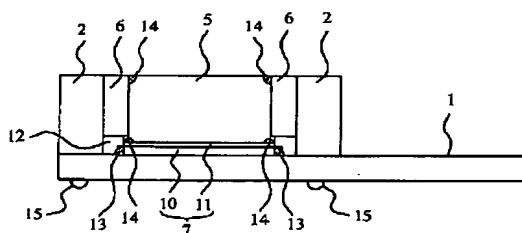
【図14】固体検出器の斜入する散乱X線の影響を説明する断面構造を示す図である。

【図15】固体検出器の検出素子アレイの隔壁板をそのまま垂直に伸ばしてコリメータ板とした場合に端チャンネルに隔壁板によって入射X線の影の部分が発生することを示した図である。

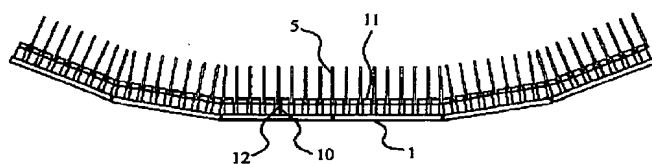
【符号の説明】

- 1 検出素子アレイ
- 2 モジュール部材
- 3 コリメータアレイ
- 4 モジュール部材-コリメータアレイ固定用ネジ
- 5 コリメータ板
- 6 保持板
- 7 X線検出素子
- 8 コネクタ
- 9 ネジ穴(モジュール部材固定用)
- 10 シンチレータ
- 11 反射部材
- 12 隔壁板
- 13 隔壁板固定用接着剤
- 14 コリメータ板固定用接着剤
- 15 ネジ(検出素子アレイ固定用)
- 16 基板
- 17 穴(検出素子アレイ固定用)
- 18 フォトダイオードアレイ
- 19 検出素子モジュール
- 20 容器側板
- 21 容器底板
- 22 容器端板
- 21 容器前面部カバー

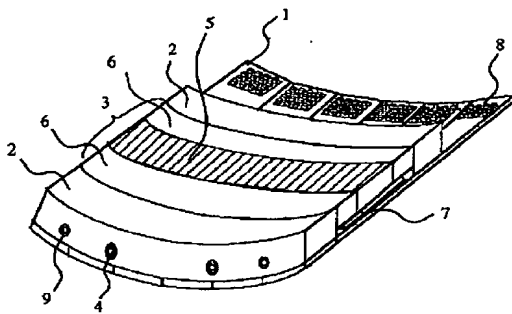
【図2】



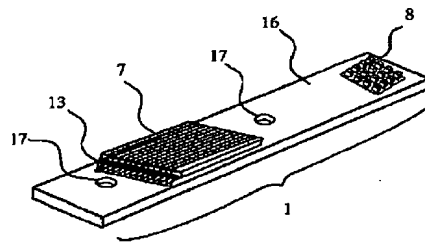
【図3】



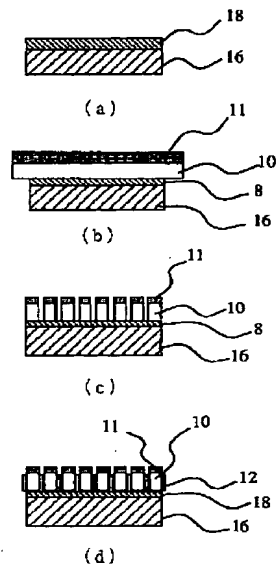
【図1】



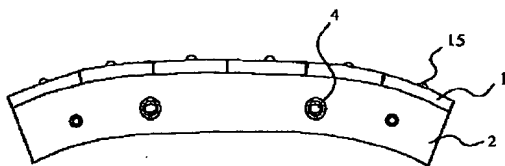
【図4】



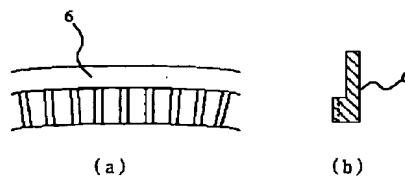
【図5】



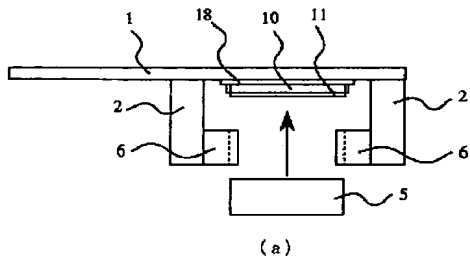
【図6】



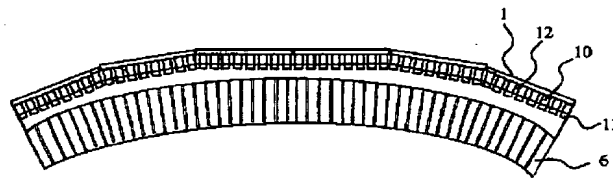
【図9】



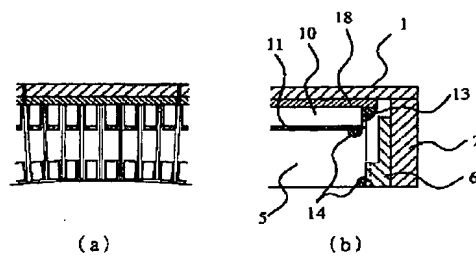
【図8】



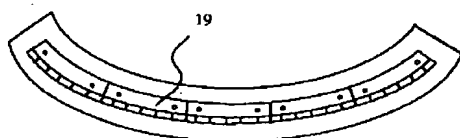
【図7】



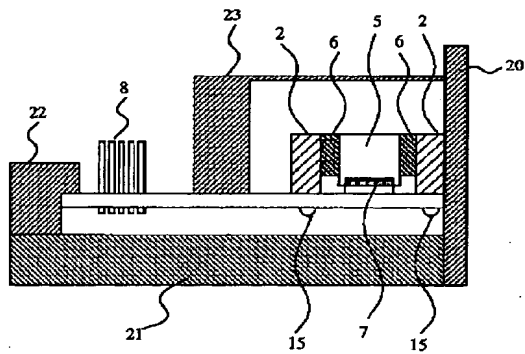
【図10】



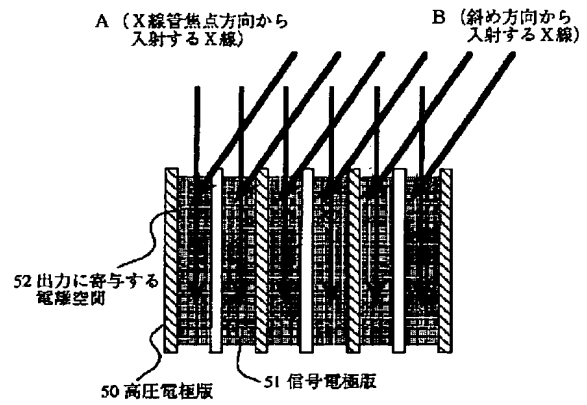
【図11】



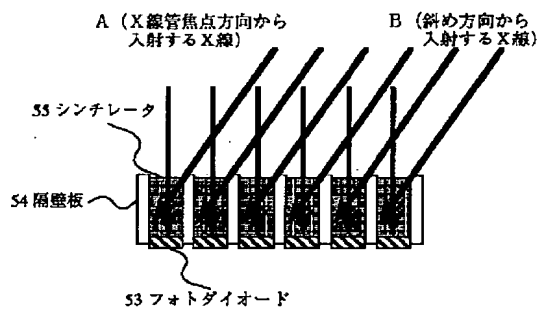
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

